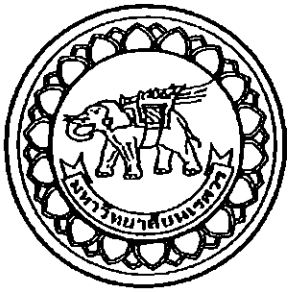


การแปลภาษามือ เอ ถึง แซด
ด้วยการประมวลผลภาพ

SIGN LANGUAGE A-Z TRANSLATION
USING IMAGE PROCESSING

นายวุฒิกร เสือคำรณ รหัส 50370912
นายวราวุฒิ อภัยพงศ์ รหัส 50371018

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 11 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน 1573469 1
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร 38621
2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การแปลภาษามือ เอ ถึง แซด ด้วยการประมวลผลภาพ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวุฒิกร เสือคำรณ รหัส 50370912
	นายวราวุฒิ อภัยพงศ์ รหัส 50371018
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(นายสิรภพ คชรัตน์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การแปลภาษามือ เอ ถึง แซด ด้วยการประมวลผลภาพ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวุฒิกร เสือคำรณ รหัส 50370912
	นายวราวุฒิ อภัยพงศ์ รหัส 50371018
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ภาพถ่ายภาษามือที่เป็นตัวอักษร A-Z ซึ่งเป็นภาษามือสำหรับผู้พิการทางการได้ยิน เพื่อตรวจดูภาษามือว่าเป็นตัวอักษรใดในภาษาอังกฤษ โดยอาศัยการประมวลผลภาพดิจิตอล ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการ กระบวนการสร้างภาพขาวดำจากภาพระดับเทา (Thresholding) การหาขอบภาพโดยใช้วิธีของแคนนี (Canny Edge Detection) การขยายขนาด (Dilation) จากผลการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่ามีความถูกต้องประมาณร้อยละ 85

Project title	Sign language A-Z translation using image processing
Name	Mr. Wutthikorn Suekamron ID.50370912
	Mr. Warawut Apaipong ID.50371018
Project advisor	Asst. Panomkhawn Riyamongkol, Ph.D
Major	Computer Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2010

Abstract

In this project, we developed a program to analyze the image of sign language as the letters A-Z for those with hearing impairment to review the language as any character in the English language by using digital image processing. The program used thresholding, canny edge detection and dilation method. The results showed that the program is accurate about 85 percent.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานการแปลภาษามือ เอ ถึง แซด ด้วยการประมวลผลภาพสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับการสนับสนุนจากทางภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ขอขอบพระคุณอาจารย์พนมขวัญ ริยะมงคล และ อาจารย์สุชาติ แย้มแม่น เป็นอย่างมากที่คอยสละเวลามาดูและให้คำปรึกษา แนะแนวทางในการทำงานด้านต่าง ๆ ถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ ทำให้โครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการเป็นอย่างมากที่เสียสละเวลามาเป็นกรรมการในการคุมสอบโครงงานนี้ และให้คำปรึกษาต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดทำโครงงาน ทำให้โครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่คอยดูแล เป็นกำลังใจ และให้ความรักความอบอุ่น อบรมสั่งสอน ส่งเสริมการเรียนของผู้จัดทำโครงงานให้ได้เรียนอย่างไม่มีขาดตกบกพร่อง รวมไปถึงเพื่อน ๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือในการถ่ายรูป จนโครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 งบประมาณ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) 3

2.2 การหาขอบภาพ (Edge Detection Methods) 4

2.3 การขยายขนาด (Dilation) 7

2.4 กระบวนการสร้างภาพขาวดำจากภาพระดับเทา (Global Thresholding) 9

2.5 การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) 10

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 12

3.1 การทำงานของส่วนฐานข้อมูล 12

3.2 การทำงานของส่วนการประมวลผลภาพ 17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การทำงานของส่วนแสดงผล..... 22

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง..... 23

4.1 วิเคราะห์ลักษณะของภาษามือภายในรูปภาพ..... 23

4.2 ผลการใช้งานโปรแกรม..... 34

บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ..... 38

5.1 บทสรุปในการดำเนินงาน..... 38

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินงาน..... 38

5.3 ข้อเสนอแนะโครงการ..... 39

เอกสารอ้างอิง..... 40

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 รูปภาพของภาษามือ A-Z ที่นำมาใช้เป็นภาพอ้างอิงชุดที่ 1 23

4.2 รูปภาพของภาษามือ A-Z ที่นำมาใช้เป็นภาพอ้างอิงชุดที่ 2 27

4.3 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทางผู้จัดทำได้ถ่ายไว้เอง 29

4.4 ผลของการทดลองการใช้งานโปรแกรม 32

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงขั้นตอนของแคนนี (Canny Edge Detection)..... 5

2.2 แสดงตัวอย่างของการขยายขนาด (Dilation)..... 8

3.1 โครงสร้างของโปรแกรมส่วนที่เก็บฐานข้อมูล..... 13

3.2 ตัวอย่างของรูปภาพที่นำมาเป็นฐานข้อมูล..... 14

3.3 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงขนาดแล้ว..... 14

3.4 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับเทา..... 15

3.5 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำ..... 15

3.6 ตัวอย่างของรูปภาพที่ใช้แคนนี (Canny Edge Detection)..... 16

3.7 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงโดยจับเฉพาะขอบของมือ..... 16

3.8 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการปรับปรุงภาพโดยใช้การขยายขนาด (Dilation)..... 17

3.9 โครงสร้างของโปรแกรมตัวเปรียบเทียบหาผลลัพธ์..... 18

3.10 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงขนาดแล้ว..... 19

3.11 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับเทา..... 19

3.12 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำ..... 20

3.13 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการหาขอบโดยใช้แคนนี (Canny Edge Detection)..... 20

3.14 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงโดยจับเฉพาะขอบของมือ..... 20

3.15 หน้าจอแสดงผลของการวิเคราะห์ลักษณะภาษามือในรูปภาพ..... 22

4.1 ตัวอักษรภาษามือของ J..... 26

4.2 ตัวอักษรภาษามือของ Z..... 27

4.3 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อเริ่มต้น..... 34

4.4 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อทำการกดที่ปุ่ม Open Image..... 35

4.5 หน้าจอของโปรแกรมทำการแสดงภาพที่ทำการรับเข้ามา..... 36

4.6 หน้าจอของโปรแกรมทำการแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของภาษามือ..... 36

4.7 หน้าจอแสดงข้อมูลรูปภาพของภาษามือที่ถูกต้อง จาก A-Z..... 37

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ภาษามือ เป็นอวัจนภาษาอย่างหนึ่ง ที่ประกอบด้วย การสื่อสารด้วยมือ, การสื่อสารด้วยร่างกาย และการใช้ริมฝีปากในการสื่อความหมายแทนการใช้เสียงพูด การสื่อสารจะใช้ลักษณะของมือที่ทำเป็นสัญลักษณ์ การเคลื่อนไหวมือ แขนและร่างกาย และการแสดงความรู้สึกทางใบหน้าเพื่อช่วยในการสื่อสารความคิดของผู้สื่อ ภาษาสัญลักษณ์ส่วนใหญ่มักใช้ในกลุ่มผู้พิการทางหู ซึ่งรวมทั้งผู้พิการทางหูเอง ผู้ตีความหมาย (Interpreter) ผู้ร่วมงาน เพื่อนและครอบครัวของผู้พิการทางหูซึ่งอาจจะพอได้ยินบ้างหรือไม่ได้ยินเลย

เนื่องจากมนุษย์เป็นสัตว์สังคม ที่ต้องมีการอยู่ร่วมกับคนอื่น ดังนั้นจึงต้องมีการสื่อสารซึ่งการสื่อสารของมนุษย์ปกติทั่วไปนั้นจะใช้เสียงหรือคำพูดในการสื่อสาร แต่บุคคลซึ่งมีความบกพร่องทางการได้ยินจะไม่สามารถสื่อสารด้วยวิธีดังกล่าวได้ จึงมีการคิดค้นวิธีการสื่อสารสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินเพื่อให้ผู้คนเหล่านั้นสามารถสื่อสารกับบุคคลอื่นได้สิ่งนั้นคือ ภาษามือ

ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดพัฒนาโปรแกรมที่สามารถแปลงรูปภาพที่แสดงภาพภาษามือของผู้พิการทางหูมาเป็นตัวอักษร เพื่อช่วยเหลือผู้ที่ไม่รู้ภาษามือของผู้พิการทางหูให้สามารถเข้าใจความหมายในภาษามือของผู้พิการทางหูได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อพัฒนาโปรแกรมให้สามารถแปลภาษามือจากรูปภาพภาษามือได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

เขียนโปรแกรมเพื่อแปลงรูปภาพภาษามือเป็นตัวอักษร A-Z ได้ (ยกเว้น J และ Z เนื่องจากเป็นภาพเคลื่อนไหว) โดยในรูปภาพ 1 รูปจะต้องมีสัญลักษณ์ภาษามือตัวอักษรเพียงตัวเดียวเท่านั้น เป็นภาพตรงและมีพื้นหลังสีเดียว

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี 2553							ปี 2554		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1.ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงงาน	←	—	→							
2.ออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม		←	—	→						
3.ทำการสร้างโปรแกรม				←	—	→				
4.ตรวจสอบและแก้ไขการทำงานโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพ						←	—	→		
5.จัดทำคู่มือโครงการ								←	—	→

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โปรแกรมที่สามารถแปลงรูปภาพภาษามือ A-Z เป็นตัวอักษร A-Z ที่มีความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80

1.6 งบประมาณ

1. ค่าเอกสารและตำราประกอบ	800	บาท	
2. ค่าจัดทำรูปเล่มรายงาน	1,200	บาท	
รวมเป็นเงินทั้งสิน	2,000	บาท	(สองพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ [1] เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีดิทัศน์ (วีดิโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาพแนวความคิดและเทคนิค ในการประมวลผลสัญญาณ สำหรับสัญญาณ 1 มิตินั้น สามารถปรับมาใช้กับภาพได้ไม่ยาก แต่นอกเหนือจากเทคนิคจากการประมวลผลสัญญาณแล้ว การประมวลผลภาพก็มีเทคนิคและแนวความคิดที่เฉพาะ เช่น การเชื่อมต่อ (Connectivity) และ การไม่แปรเปลี่ยนการหมุน (Rotation Invariance) ซึ่งจะมีความหมายกับสัญญาณ 2 มิติเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคบางอย่างจากการประมวลผลสัญญาณใน 1 มิติ จะค่อนข้างซับซ้อนเมื่อนำมาใช้กับ 2 มิติ เมื่อหลายสิบปีมาแล้ว การประมวลผลภาพนั้น จะอยู่ในรูปของการประมวลผลสัญญาณแอนะล็อก (Analog) โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง (Optics) ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้หายสาบสูญหรือเลิกใช้ไปยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญสำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง เช่น ฮอโลกราฟี (Holography) แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันราคาถูกลงและเร็วขึ้นมาก การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) จึงได้รับความนิยมมากกว่า เพราะการประมวลผลที่ทำได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำ และง่ายในการลงมือปฏิบัติ

การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) เป็นสาขาที่กล่าวถึงเทคนิคและอัลกอริทึมต่างๆ ที่ใช้การประมวลผลภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (ภาพดิจิทัล) ภาพในที่นี้รวมความหมายถึงสัญญาณดิจิทัลใน 2 มิติอื่นๆ โดยทั่วไปคำนี้เมื่อใช้อย่างกว้างๆ จะครอบคลุมถึงสัญญาณวีดิโอ (Video) หรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะเป็นชุดของภาพนิ่ง เรียกว่า เฟรม (Frame) หลายๆภาพต่อกันไปตามเวลาซึ่งก็คือสัญญาณ 3 มิติ เมื่อนับเวลาเป็นมิติที่ 3 หรือ อาจจะครอบคลุมถึงสัญญาณ 3 มิติอื่นๆ

การประมวลผลภาพ (Image Processing) [1] ยังหมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่เป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการ

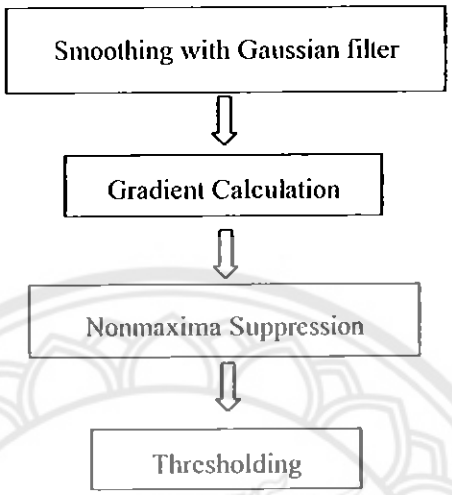
ผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ เพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนจำกัดมากในแต่ละวันโดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคาร โดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้า ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เองมักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์อีกทั้งเป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่า คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลได้ในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น

2.2 การหาขอบภาพ (Edge Detection Methods)

การหาขอบภาพคือการตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด [2] โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นมีด้วยกันหลายวิธี วิธีที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ การหาขอบภาพโดยใช้วิธีของแคนนี (Canny Edge Detection)

การทำงานของการหาขอบโดยวิธีของแคนนี (Canny Edge Detection) นั้นเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้น คำนวณค่าขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Orientation) ของพื้นผิว (Gradient) โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ในถัดมาจึงใช้การกำจัดค่าสูงสุด (Nonmaxima Suppression) กับขนาดของพื้นผิว (Gradient Magnitude) เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายใช้ขั้นตอนกระบวนการสร้างภาพขาวดำจากภาพระดับเทาเป็นสองเท่า (Double Thresholding Algorithm) เพื่อระบุพิกเซลที่เป็นขอบและช่วยเชื่อมต่อขอบ

ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของแคนนี (Canny Edge Detection) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน [2] ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนของแคนนี (Canny Edge Detection)
(ที่มา : http://www.irecog.com/modules/AMS/article.php?storyid=23)

จากรูปที่ 2.1 โดยในแต่ละขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของแคนนี (Canny Edge Detection) มีวิธีการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งอธิบายการทำงานได้ดังนี้

2.2.1 การปรับภาพให้เรียบ (Smoothing)

ในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยอัลกอริทึมนี้จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อนโดยใช้ตัวกรองเกาเซียน (Gaussian Filter) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้กรอบ (Mask) ขนาดเล็ก ขนาดของกรอบเกาเซียน (Gaussian Mask) นี้หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้ขอบย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณหาภาพที่ได้จากการใช้ตัวกรองเกาเซียน (Gaussian Filter) เป็นดังสมการที่ 2.1

$$S[i, j] = G[i, j, \sigma]* I[i,j] \qquad (2.1)$$

กำหนดให้

I[i, j] เป็น ภาพที่ต้องการหาขอบ

G[i, j, σ] เป็น ตัวกรองทำให้ราบเรียบเกาเซียน (Gaussian Smoothing Filter)

σ เป็น การกระจายของเกาเซียน (Spread of the Gaussian) (ควบคุมระดับของการทำให้ราบเรียบ (Smoothing))

2.2.2 การคำนวณพื้นผิว (Gradient Calculation)

ในขั้นแรกนำรูปภาพที่ผ่านการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing Image) S[i, j] แล้วมาสร้าง x , y อนุพันธ์ย่อย (Partial Derivatives) P[i, j] และ Q[i,j] ตามลำดับ ดังสมการที่ 2.2 และ 2.3

$$P[i, j] \approx (S[i, j+1] - S[i, j] + S[i+1, j+1] - S[i+1, j]) / 2 \quad (2.2)$$

$$Q[i, j] \approx (S[i, j] - S[i+1, j] + S[i, j+1] - S[i+1, j+1]) / 2 \quad (2.3)$$

หลังจากนั้นนำค่า x , y อนุพันธ์ย่อย (Partial Derivatives) มาคำนวณด้วยสูตรมาตรฐานสำหรับการแปลงรูปแบบจากสี่เหลี่ยมมุมฉาก (Rectangular) ไปเป็น ลักษณะตรงข้าม (Polar) (Rectangular-to-Polar Conversion) เพื่อหาขนาดและทิศทางของพื้นผิว (Gradient) ตามสมการที่ 2.4

$$M[i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2}$$
$$\theta[i, j] = \arctan(Q[i, j], P[i, j]) \quad (2.4)$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม θ ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชั่น arctan(x,y)

2.2.3 การกำจัดค่าสูงสุด (Nonmaxima Suppression)

สำหรับการหาขอบโดยวิธีแคนนี (Canny Method) จุดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับพื้นผิว (Gradient) ด้วย ซึ่งด้วยวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 จุดสี (Pixel) ภาพที่ได้หลังการทำการกำจัดค่าสูงสุด (Nonmaxima Suppression) จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็นจุดสูงสุดเฉพาะ (Local Maxima Points) ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

2.2.4 กระบวนการสร้างภาพขาวดำจากภาพระดับเทา (Thresholding)

แม้ว่าภาพจะผ่านการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ในขั้นตอนแรกแล้วก็ตามภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่าของภาพขาวดำ (Threshold) ขึ้นมา 2 ค่า คือ ค่าของภาพขาวดำที่มีค่าสูง (High Threshold (T1)) และค่าของภาพขาวดำที่มีค่าต่ำ (Low Threshold (T2)) โดยจุดสี (Pixel) ที่มีค่ามากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น 1 (เป็นจุดสี (Pixel) ที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่าของภาพขาวดำ (Threshold) ทั้งสอง การปรับเป็นค่า 0 หรือ 1 นั้นขึ้นอยู่กับจุดสี (Pixel) ที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าจุดสี (Pixel) ที่อยู่รอบข้างของจุดสี (Pixel) ที่เป็นขอบ (ค่า >T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าจุดสี (Pixel) ดังกล่าวให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบด้วยเช่นกัน

2.3 การขยายขนาด (Dilation)

การขยายขนาด (Dilation) เป็นการทำงาน (Operation) พื้นฐานในการทำสัณฐานวิทยา (Morphology) กับการขยายภาพไบนารี (Binary Image Dilation) [3] เป็นการขยายขอบให้กับภาพพื้นหน้า (Foreground) ดังนั้นภาพที่ผ่านการทำการขยายขนาด (Dilation) แล้วจะมีขนาดใหญ่ขึ้น

ในการทำการขยายขนาด (Dilation) จะใช้อินพุต 2 ส่วน คือ ภาพ และ รูปแบบที่จะใช้ในการทำการขยายขนาด (Dilation) มีขั้นตอนคือ

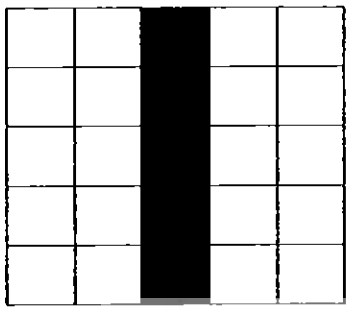
1. พิจารณาอินพุตจุดสี (Pixel) แต่ละจุดสี (Pixel)

2. ถ้าจุดสี (Pixel) ที่มีค่าเป็น 1 ที่พิจารณาเป็นจุดสี (Pixel) ภาพพื้นหน้า (Foreground Pixel) ให้ทำการเปลี่ยนค่าของจุดสี (Pixel) รอบๆ จุดสี (Pixel) ที่พิจารณาให้มีลักษณะตามรูปแบบที่ใช้ทำการขยายขนาด (Dilation) ให้เป็นค่าของจุดสี (Pixel) ภาพพื้นหน้า (Foreground Pixel) ทั้งหมด

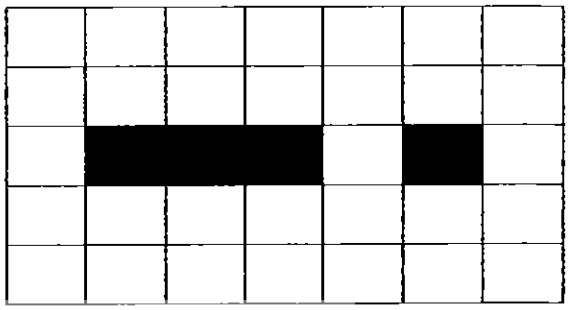
3. ทำให้ครบกับทุกจุดของภาพ

ซึ่งในที่นี้ใช้องค์ประกอบของการก่อสร้าง (Structuring Element) แบบเส้น (Line) ความยาว 5 จุดสี (Pixel) มุม 90 องศา ดังแสดงในรูปที่ 2.2

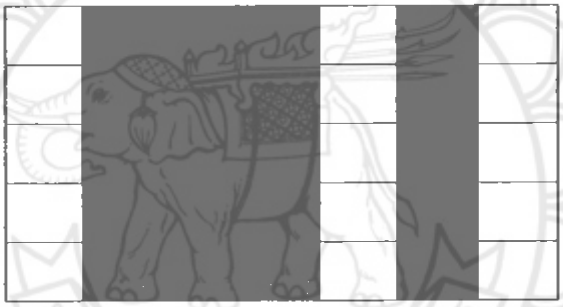
ตัวอย่างของการขยายขนาด (Dilation)



องค์ประกอบของการก่อสร้าง
(Structuring Element)



ภาพต้นแบบ



ภาพหลังจากทำการขยายขนาด (Dilation)

รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของการขยายขนาด (Dilation)

จากรูปที่ 2.2 แสดงวิธีการขยายขนาดภาพต้นแบบ โดยนำองค์ประกอบของการก่อสร้าง (Structuring Element) แบบเส้น (Line) ความยาว 5 จุดสี (Pixel) มุม 90 องศา อ้างอิงจากจุดสี (Pixel) ตรงกลางขององค์ประกอบของการก่อสร้าง (Structuring Element) มาทำการเทียบกับภาพต้นแบบเพื่อทำการขยายขนาด (Dilation) เมื่อหลังจากทำการขยายขนาด (Dilation) แล้วทำให้ภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังแสดงในภาพหลังจากทำการขยายขนาด (Dilation)

2.4 กระบวนการสร้างภาพขาวดำจากภาพระดับเทา (Global Thresholding)

เป็นการให้ค่ากระบวนการสร้างภาพขาวดำจากภาพระดับเทา (Thresholding) เป็นค่าคงที่เพียงค่าเดียว [4] ในปัจจุบันมีวิธีการเลือกค่าของภาพขาวดำ (Threshold) ที่มีสมมุติฐานว่าฮิสโตแกรมมี 2 ยอดอยู่หลากหลายวิธี แต่วิธีที่เป็นที่นิยมมากที่สุด อีกทั้งยังนำมาใช้ใน MATLAB ด้วย คือวิธีการของโอตสึ (Otsu's Thresholding Method) [5]

หลักการเลือกค่าของภาพขาวดำ (Threshold) ของโอตสึ (Otsu) นั้นคือจะต้องเป็นค่าที่สามารถทำให้ฮิสโตแกรมทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวน้อยที่สุด ซึ่งในทางปฏิบัติเราไม่สามารถทำการเปลี่ยนรูปร่างของฮิสโตแกรมทั้งสองยอดได้ แต่เราสามารถเปลี่ยนลักษณะการกระจายตัวของทั้งสองยอดได้ด้วยการใช้ค่าของภาพขาวดำ (Threshold) เป็นตัวแบ่ง นั่นคือถ้าเราเพิ่มค่าดังกล่าว เราก็ลังทำให้การกระจายตัวของยอดหนึ่งลดลงและการกระจายตัวของอีกยอดหนึ่งเพิ่มขึ้น ซึ่งเป้าหมายของโอตสึ (Otsu) คือ การเลือกค่าจุดของภาพขาวดำ (Threshold) ที่ทำให้การกระจายตัวรวมของทั้งสองยอดมีค่าต่ำที่สุด

วิธีการของโอตสึ (Otsu) เป็นการคำนวณหาค่าขีดแบ่งจากการกระจายตัวของความถี่ที่ทับซ้อนกัน (Intra Class Variance) น้อยที่สุด ซึ่งวิธีนี้จะต้องทำการแบ่งกราฟแสดงความถี่ออกเป็น 2 ส่วนเพื่อคำนวณหาความแปรปรวน

กำหนดให้น้ำหนักของผลรวมของความแปรปรวนทั้ง 2 ส่วน

$$\sigma_w^2(t) = \omega_1(t)\sigma_1^2(t) + \omega_2(t)\sigma_2^2(t) \qquad (2.5)$$

เมื่อ ω_1, ω_2 คือความน่าจะเป็นของระดับสีส่วนที่ 1 และ 2

σ_1^2, σ_2^2 คือค่าความแปรปรวนของส่วนที่ 1 และ 2

วิธีการของโอตสึ (Otsu) จะหาค่าต่ำสุดของการกระจายตัวของความถี่ที่ซ้อนทับกัน โดยสามารถคำนวณได้จากสมการด้านล่าง

$$\sigma_b^2 = \sigma^2 - \sigma_w^2(t) = \omega_1(t)\omega_2(t)[\mu_1(t) - \mu_2(t)]^2 \qquad (2.6)$$

2.5 การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition)

การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวกับการจำแนกกลุ่ม การจัดกลุ่ม การรู้จำ (Classification, Clustering, Recognition) [6] ศึกษาถึงความแนวคิดต่างๆให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานเหล่านี้ได้โดยใช้เหตุผลหรือคณิตศาสตร์เพื่อหารูปแบบ (Pattern) ซึ่งอาจได้แก่เซตของ การวัด, ข้อสังเกต, หรือคำอธิบายของวัตถุใดๆ โดยจะใช้ความรู้ด้านอื่นๆ เช่น โครงข่ายประสาทเทียม, ทฤษฎีวิภัชนัย (Fuzzy Theory) มาช่วยในการวิเคราะห์ เป็นวิทยาการที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานทุกสาขา และเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับงานวิจัยในด้านปัญญาประดิษฐ์ หรือการสร้างความฉลาดให้คอมพิวเตอร์ ตัวอย่างปัญหาในงานด้านนี้ได้แก่ การทำให้คอมพิวเตอร์รู้ว่าภาพที่เข้ามาเป็นอักษรอะไร เสียงที่เข้ามาเป็นเสียงตัวเลขอะไรหรือคำพูดอะไร ภาพใบหน้าคนเป็นภาพของใคร กระบวนการเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญของความฉลาดของมนุษย์ซึ่งติดตัวมาตั้งแต่แรกเกิด และยังคงเป็นปัญหาที่ยังท้าทายนักวิจัยอยู่ถึงปัจจุบัน และสามารถประยุกต์ใช้ในสาขาอื่นได้อีกมากการรู้จำรูปแบบสามารถแบ่งได้เป็น

2.5.1 การรู้จำรูปแบบทางสถิติ (Statistic Pattern Recognition) หรือ ทฤษฎีการตัดสิน (Decision Theory) โดยจะใช้พื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์

2.5.2 การรู้จำรูปแบบสังเคราะห์ (Syntactic Pattern Recognition) หรือ การรู้จำรูปแบบโครงสร้าง (Structural Pattern Recognition (Linguistic Method)) โดยจะใช้อัลกอริทึมอื่นๆมาวิเคราะห์

ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นสามส่วนใหญ่ คือ

1. การเก็บข้อมูล (Data Collection)

2. การประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (Data Pre-Processing) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนย่อยคือ การสร้างและสกัดลักษณะเด่น (Feature Extraction) และการคัดเลือกลักษณะเด่น (Feature Selection)

3. การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีวิธีการที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับงานที่นำไปประยุกต์ใช้ว่าวิธีการใดจะเหมาะสม และให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.5.3 ส่วนการเก็บข้อมูล (Data Collection)

การเก็บข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์สำหรับแต่ละงานจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และขอบเขตของงานที่ต้องการ

2.5.4 ส่วนจัดเตรียมข้อมูล (Data Pre-Processing)

2.5.4.1 การสร้างและสกัดลักษณะ (Feature Extraction)

เป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้มาจัดรูปแบบ ให้อยู่ในค่าหรือลักษณะที่เหมาะสม โดยลักษณะหรือคุณลักษณะนั้นจะเป็นเวกเตอร์ของคุณลักษณะของวัตถุ เช่น คนหนึ่งคน อาจกำหนดคุณลักษณะที่ใช้เป็น น้ำหนัก, ส่วนสูง, อายุ หรือ ชนชาติ เก็บมาเป็นเวกเตอร์คุณลักษณะ ซึ่งคุณลักษณะนั้นอาจจะเป็นตัวเลข ตัวอักษร หรือ ถูก/ผิด ก็ได้

2.5.4.2 การตัดส่วนที่เป็นค่าผิดพลาด (Outlier Removal)

โดยการสร้างระยะจุดเปลี่ยน (Threshold Distance) สำหรับข้อมูลที่เป็นค่าผิดพลาดและเลือกข้อมูลที่มีค่าไม่เกินสองหรือสามเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.5.4.3 การทำข้อมูลให้เป็นบรรทัดฐาน (Data Normalization)

เป็นการจัดการเพื่อให้ค่าของข้อมูลหรือคุณลักษณะมาอยู่บนบรรทัดฐานเดียวกัน ซึ่งวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือการแปลงเป็นค่ามาตรฐาน โดยคิดจากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล แต่สำหรับการประมวลผลเวลาจริง (Real Time) นั้นการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทำได้ยาก จึงต้องหาวิธีที่เหมาะสมต่อไป

2.5.4.4 การจัดการข้อมูลที่ขาดหาย (Missing Data)

สำหรับข้อมูลที่ขาดหายหรือไม่ครบ อันจะทำให้ไม่สามารถประมวลผลข้อมูลชุดนั้นได้ วิธีจัดการข้อมูลที่ขาดหายขึ้นอยู่กับความสำคัญของข้อมูลชุดนั้นต่อผลการจำแนก ตัวอย่างวิธีที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น แทนข้อมูลนั้นด้วยค่าทางสถิติของข้อมูลที่เหลือ เช่นค่าเฉลี่ยของข้อมูล, ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด หรือตัดชุดข้อมูลนั้นออกไปจากระบบ

2.5.4.5 การคัดเลือกลักษณะหรือคุณลักษณะ (Feature Selection)

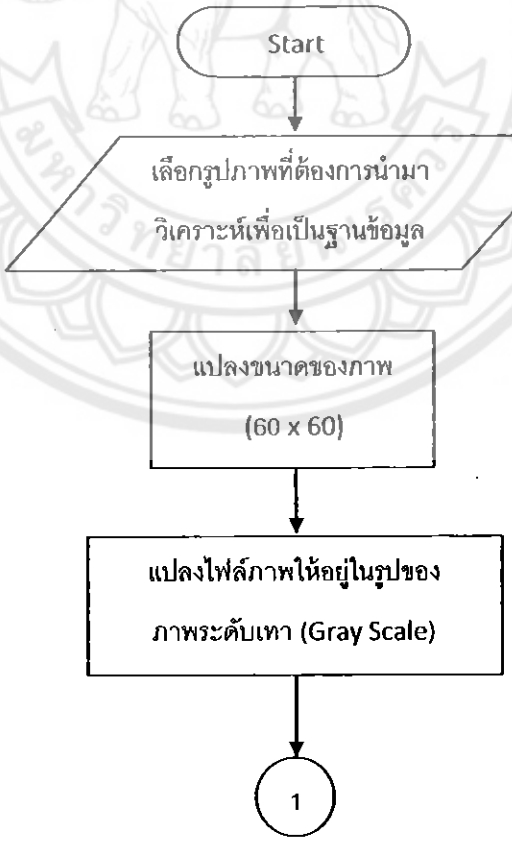
เป็นส่วนการทำงานที่เลือกลักษณะเด่นที่ได้จากการสร้างและสกัดลักษณะเด่น เพื่อหาลักษณะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการหาจำนวนลักษณะที่น้อยที่สุดเพื่อให้ความซับซ้อนของการคำนวณน้อย แต่ให้ผลการจำแนกประเภทข้อมูลได้ผลดีที่สุด

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

ในส่วนของการออกแบบนั้น การตรวจสอบรูปร่างลักษณะของมือในรูปภาพจะมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะเป็นตัวที่ใช้บ่งบอกถึงความหมายและตัวอักษร A-Z โปรแกรมที่พัฒนาในโครงการนี้มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าลักษณะของมือในรูปภาพนั้นเป็นตัวอักษรอะไร ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบส่วนของฐานข้อมูลที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับอินพุตที่รับเข้ามาเพื่อตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1

3.1 การทำงานของส่วนฐานข้อมูล

การทำงานของส่วนฐานข้อมูลนี้จะมีหน้าที่สร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ เพื่อหาผลลัพธ์เป็นตัวอักษรภาษามือ A-Z



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของโปรแกรมส่วนที่เก็บฐานข้อมูล

จากรูปที่ 3.1 เป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับเก็บฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับรูปภาพอื่น ๆ ที่จะรับเข้ามาเพื่อวิเคราะห์ โดยสามารถอธิบายได้ตามหัวข้อถัดไป

3.1.1 เลือกภาพที่ต้องการนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นฐานข้อมูล

เลือกรูปภาพที่ต้องการนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นฐานข้อมูลซึ่งเราจะนำรูปที่เป็นสัญลักษณ์มือที่ถูกต้องจาก A-Z ซึ่งในที่นี้เราได้เลือกมาทั้งหมดสองชุดด้วยกัน

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างของรูปภาพที่นำมาเป็นฐานข้อมูล

จากรูปที่ 3.2 เป็นการนำรูปมือสัญลักษณ์อักษร A มาเพื่อที่จะทำเป็นฐานข้อมูลซึ่งเราได้ตัดมาเฉพาะส่วนของมือ

3.1.2 แปลงขนาดภาพและทำให้อยู่ในภาพระดับเทา

หลังจากที่ได้เลือกรูปภาพมาแล้ว ดังรูปที่ 3.2 จากนั้นจะทำการแปลงขนาดของรูปภาพให้มีขนาด 60 x 60 ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงขนาดแล้ว

จากรูปที่ 3.3 เพื่อให้การประมวลผลไม่ช้าเกินไปทางผู้จัดทำได้เลือกขนาด 60 x 60 ซึ่งถ้าขนาดเล็กเกินไปจะให้การทำงานของโปรแกรมค่อนข้างมีความแม่นยำน้อย

ทำการแปลงรูปภาพจากภาพสี (RGB) ให้อยู่ในรูปของค่าระดับเทา (Gray Scale) ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับเทา

จากรูปที่ 3.4 เพื่อจะแปลงเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) เราจึงต้องทำการแปลงภาพเป็นภาพระดับเทาเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่อไป

3.1.3 หาค่าของภาพขาวดำ (Threshold) และแปลงเป็นภาพขาวดำ

ทำการแปลงรูปภาพไปเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) โดยการเลือกค่าของภาพขาวดำ (Threshold) ที่ได้จากวิธีการของโอตสึ (Otsu's Method) ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำ

จากรูปที่ 3.5 เราแปลงเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) เนื่องจากการหาขอบของเราต้องใช้ภาพขาวดำ (Binary Image)

3.1.4 หาขอบของภาพ (Edge Detection) จับขอบมือและแปลงขนาด

ทำการหาขอบของภาพ (Edge Detection) โดยใช้วิธีการหาขอบแคนนี (Canny Edge Detection)

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างของรูปภาพที่ใช้แคนนี (Canny Edge Detection)

จากรูปที่ 3.6 เราจะได้ภาพที่เป็นขอบของมือซึ่งเราจะนำไปใช้ในกระบวนการต่อไปคือทำการแปลงรูปภาพ โดยจับเฉพาะขอบของมือแบบอัตโนมัติ

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงโดยจับเฉพาะขอบของมือ

จากรูปที่ 3.7 เพื่อที่จะได้เปรียบเทียบภาพได้ง่ายขึ้นทางผู้จัดทำจึงตัดเฉพาะขอบเขตของภาพที่เป็นขอบของมือ

3.1.5 ปรับปรุงภาพโดยใช้การขยายขนาด (Dilation)

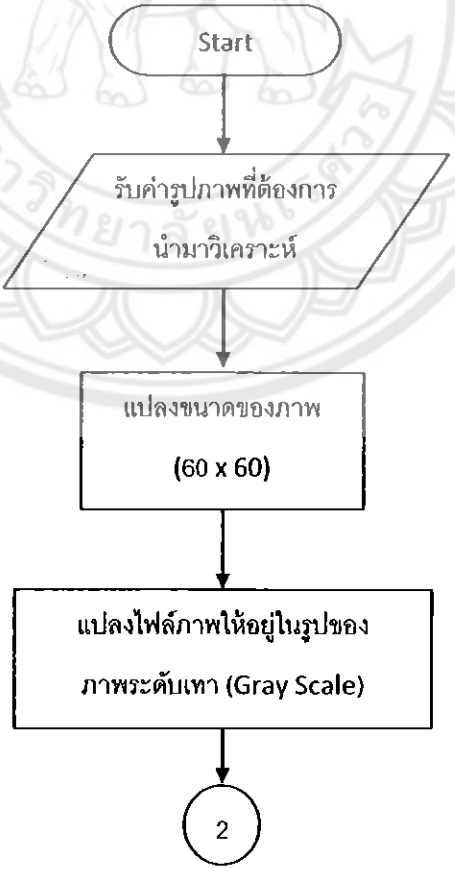
ทำการปรับปรุงรูปภาพเพื่อที่จะใช้เป็นตัวเปรียบเทียบเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยใช้การขยายขนาด (Dilation) ใช้องค์ประกอบของการก่อสร้าง (Structuring Element) แบบเส้น (Line) ความยาว 5 จุดสี (Pixel) มุม 90 องศา

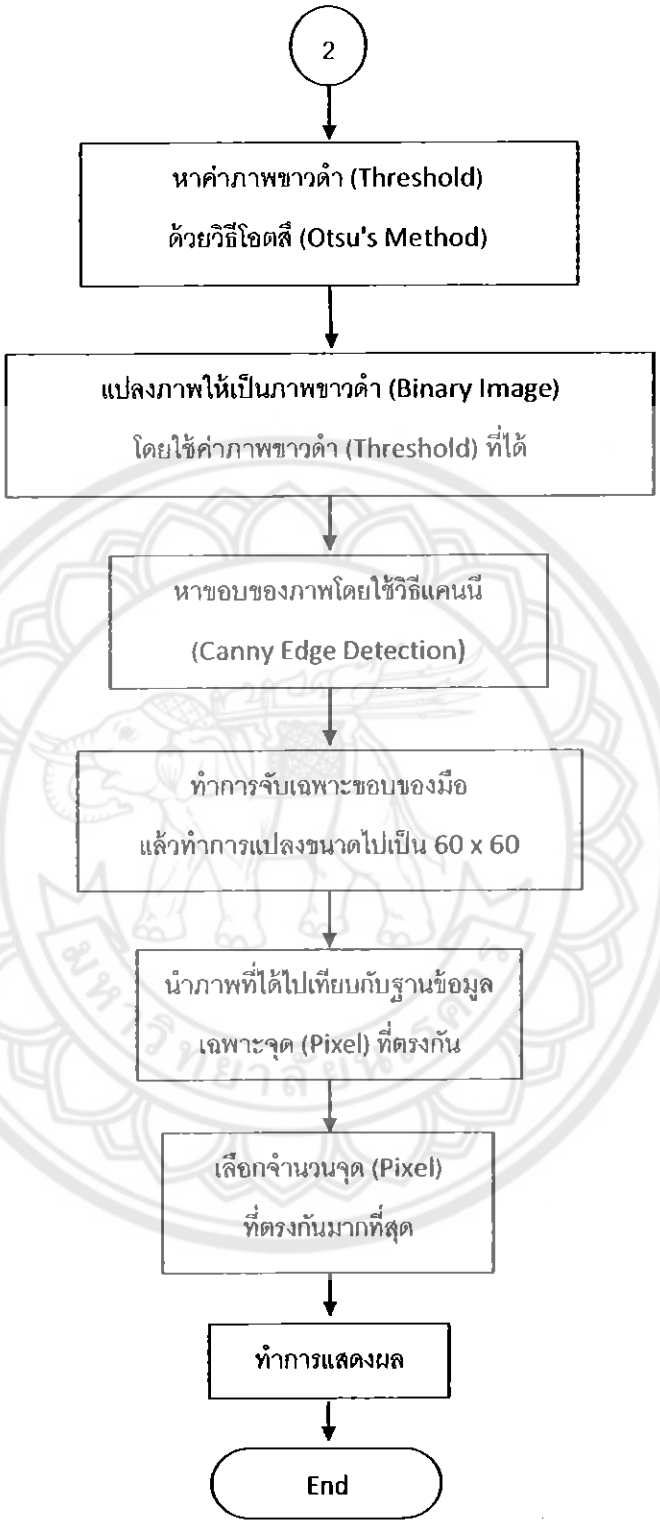
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการปรับปรุงภาพโดยใช้การขยายขนาด (Dilation)

จากรูปที่ 3.8 แสดงรูปซึ่งสามารถเก็บไว้ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบของโปรแกรมได้

3.2 การทำงานของส่วนการประมวลผลภาพ

การทำงานของส่วนการประมวลผลภาพเป็นส่วนการทำงานที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรง มีรูปแบบเป็นส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface, GUI) ในส่วนรับข้อมูลนี้จะมีหน้าที่รับภาพถ่ายภาษามือเข้ามาเพื่อใช้ในการประมวลผล เพื่อหาผลลัพธ์เป็นตัวอักษรภาษามือ A-Z





รูปที่ 3.9 โครงสร้างของโปรแกรมตัวเปรียบเทียบหาผลลัพธ์

จากรูปที่ 3.9 เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาผลลัพธ์ โดยสามารถอธิบายได้ตามหัวข้อถัดไป

3.2.1 เลือกภาพที่ต้องการนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นฐานข้อมูล

เริ่มจากรับข้อมูลรูปภาพที่ต้องการวิเคราะห์เข้ามาในโปรแกรม จากนั้นจะทำการแปลงขนาดของรูปภาพให้มีขนาด 60 x 60 ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงขนาดแล้ว

จากรูปที่ 3.10 แสดงรูปภาพที่ทำการแปลงขนาดเป็น 60 x 60 แล้ว

3.2.2 แปลงขนาดภาพและทำให้อยู่ในภาพระดับเทา

ทำการแปลงรูปภาพจากภาพสี (RGB) ให้อยู่ในรูปของค่าระดับเทา (Gray Scale)

รูปที่ 3.11 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับเทา

จากรูปที่ 3.11 แสดงรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับเทาเพื่อจะแปลงเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) ในขั้นตอนต่อไป

3.2.3 หาค่าของภาพขาวดำ (Threshold) และแปลงเป็นภาพขาวดำ

ทำการแปลงรูปภาพไปเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) โดยกระบวนการหาค่าภาพขาวดำ (Threshold) ที่ได้จากวิธีการของโอตสึ (Otsu's Method) ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำ

จากรูปที่ 3.12 แสดงภาพขาวดำ (Binary Image) จากกระบวนการหาค่าภาพขาวดำ (Threshold) ที่ได้จากวิธีการของโอตสึ (Otsu's Method) กับรูปที่ 3.11

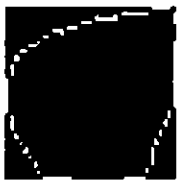
3.2.4 หาขอบของภาพ (Edge Detection) จับขอบมือและแปลงขนาด

ทำการหาขอบของภาพ (Edge Detection) โดยใช้วิธีการหาขอบแคนนี (Canny Edge Detection) ดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างของรูปภาพที่ผ่านการหาขอบโดยใช้แคนนี (Canny Edge Detection)

จากรูปที่ 3.13 แสดงภาพที่เป็นขอบของมือโดยใช้วิธีการหาขอบแคนนี (Canny Edge Detection) กับรูปที่ 3.12

ทำการแปลงรูปภาพ โดยจับเฉพาะขอบของมือ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทำการแปลงโดยจับเฉพาะขอบของมือ

จากรูปที่ 3.14 แสดงรูปภาพที่ทำการแปลงโดยจับเฉพาะขอบของมือซึ่งได้มาจากการตรวจสอบค่าของจุดสี (Pixel) ที่มีสีขาว จากบนสุด ล่างสุด ซ้ายสุด และขวาสุด จากรูปที่ 3.13

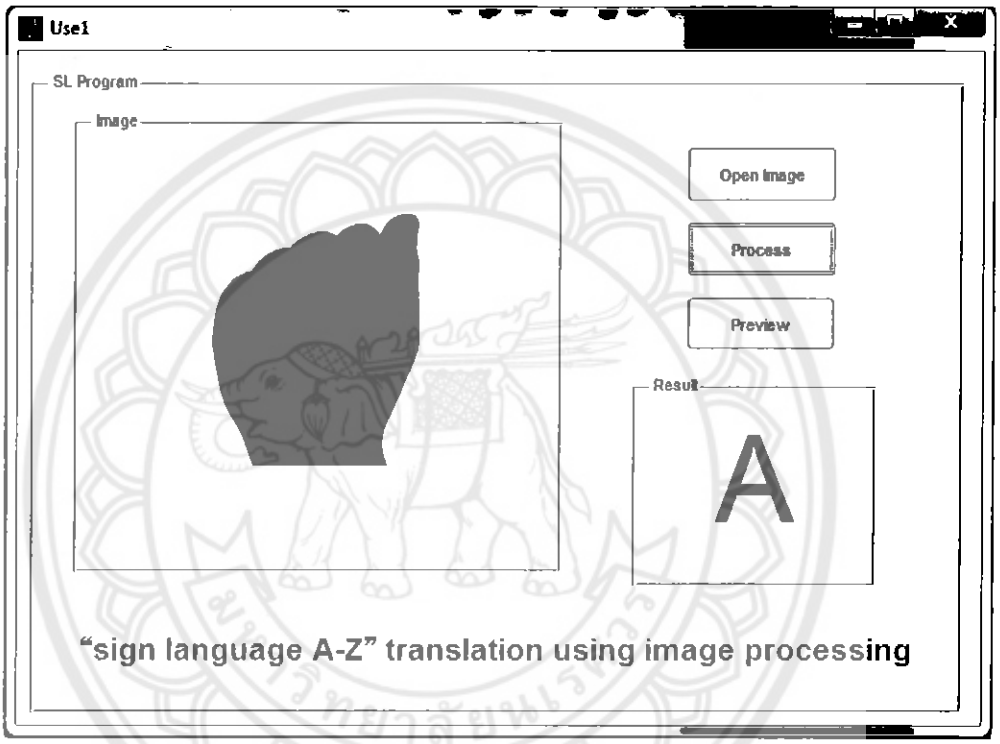
3.2.5 นำภาพที่ได้ไปเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูล

นำภาพ (P) ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูล (I) ทั้งหมดโดยเปรียบเทียบจากเฉพาะจุดสี (Pixel) ที่ตรงกันในแต่ละคู่ของรูปภาพที่นำมาเปรียบเทียบโดยวิธีการคูณจุดสี (Pixel) กับจุดสี (Pixel) ที่ตำแหน่งเดียวกัน แล้วหาผลรวมของผลคูณของแต่ละคู่เก็บเป็นตัวแปรค่าหนึ่ง (n) ดังสมการที่ 3.1 โดยเลือกค่า (n) ของคู่ที่มีค่าสูงสุดตรงกับภาพใดในฐานข้อมูลให้แสดงตัวอักษรของภาพนั้นออกมา

$$n = \sum_{i=1}^{60} \sum_{j=1}^{60} (P(i,j) * I(i,j)) \qquad (3.1)$$

3.3 การทำงานของส่วนแสดงผล

การทำงานในส่วนของส่วนแสดงผล (Output) จะเป็นส่วนที่แสดงผลของรูปภาพออกทางหน้าจอ รวมไปถึงส่วนที่แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะของภาษามือในรูปภาพ ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 หน้าจอแสดงผลของการวิเคราะห์ลักษณะภาษามือในรูปภาพ

จากรูปที่ 3.15 แสดงหน้าจอแสดงผลของการวิเคราะห์ลักษณะภาษามือในรูปภาพ โดยปุ่ม Open Image ทำหน้าที่เลือกภาพที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ เมื่อเลือกแล้วภาพที่เลือกจะถูกแสดงที่ตำแหน่ง Image เมื่อเลือกภาพแล้ว ปุ่ม Process จะทำหน้าที่ประมวลภาพตามกระบวนการที่ 3.2 และแสดงผลลัพธ์เป็นตัวอักษรที่ตำแหน่ง Result ปุ่ม Preview แสดงภาพภาษามือที่ถูกต้องของตัวอักษร A-Z

บทที่ 4

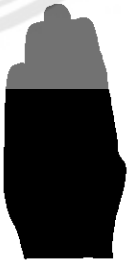
การทดลองและผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ลักษณะของภาษามือภายในรูปภาพเพื่อที่จะหาผลลัพธ์ให้ออกมาถูกต้อง โดยทางผู้จัดทำได้ทำการแบ่งการวิเคราะห์ของภาษามือภายในรูปภาพ เป็น การจัดการรูปภาพเพื่อนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบกับรูปภาพอื่น ๆ ที่จะทำการรับเข้ามาเพื่อวิเคราะห์ และการจัดการรูปภาพเพื่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากที่สุด

4.1 วิเคราะห์ลักษณะของภาษามือภายในรูปภาพ

ทางผู้จัดทำได้ทำการหารูปภาพของภาษามือ A-Z ที่มาจากเว็บไซต์เป็นจำนวน 2 ชุด นำมาเข้ากระบวนการไว้ใช้เป็นภาพอ้างอิง โดยนำรูปภาพของภาษามือ A-Z ทั้ง 2 ชุดเข้ากระบวนการของโปรแกรมส่วนที่เก็บฐานข้อมูล ดังแสดงอยู่ในรูปที่ 3.1 เก็บไว้เป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ตรวจสอบกับรูปภาพที่จะรับเข้ามาวิเคราะห์ จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 จะเป็นรูปภาพของภาษามือ A-Z ที่นำมาใช้เป็นภาพอ้างอิงชุดที่ 1 แล้วทำการนำภาพอ้างอิงชุดที่ 1 เข้าสู่กระบวนการเก็บเข้าฐานข้อมูล

ตารางที่ 4.1 รูปภาพของภาษามือ A-Z ที่นำมาใช้เป็นภาพอ้างอิงชุดที่ 1

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	A		B

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	C		D
	E		F
	G		H
	I		J
	K		L

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	M		N
	O		P
	Q		R
	S		T
	U		V

15734691
ว/ร.
ว 862ก
2553

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	W		X
	Y		Z

(ที่มา : http://th.wikipedia.org/wiki/ภาษามือ)

เนื่องจากตัวอักษรภาษามือของ J และ Z จะต้องใช้การขยับมือด้วยจึงจะสามารถสื่อออกเป็นตัวอักษรนั้น ๆ ได้ ดังแสดงไว้ตามรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ จึงไม่สามารถที่จะถ่ายรูปแล้วนำมาเทียบได้นั่นเอง ทางผู้จัดทำจึงได้ตัดตัวอักษร J และ Z ทิ้งไป

รูปที่ 4.1 ตัวอักษรภาษามือของ J

รูปที่ 4.2 ตัวอักษรภาษามือของ Z

จากตารางที่ 4.1 เนื่องจากหากมีชุดข้อมูลที่ทำเป็นฐานข้อมูลเพียงแค่ชุดเดียว **อาจจะยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ตัวโปรแกรมสามารถที่จะวิเคราะห์ตัวอักษรให้ได้มีความถูกต้องตามที่ต้องการได้ ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงได้ทำการหารูปภาพภาษามือเพื่อนำมาทำเป็นฐานข้อมูลเพิ่มอีก 1 ชุด ดังแสดงในตารางที่ 4.2 เพื่อที่ว่าในการทำงานของตัวโปรแกรมจะสามารถทำการวิเคราะห์ให้ได้ตัวอักษรที่มีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น**

ตารางที่ 4.2 รูปภาพของภาษามือ A-Z ที่นำมาใช้เป็นภาพอ้างอิงชุดที่ 2

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	A		B
	C		D
	E		F
	G		H

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	I		J
	K		L
	M		N
	O		P
	Q		R
	S		T
	U		V
	W		X
	Y		Z

(ที่มา : http://www.gotoknow.org/blog/engteacherr/404598)

จากตารางที่ 4.2 เช่นเดียวกับรูปภาพของภาษามือ A-Z ที่นำมาใช้เป็นภาพอ้างอิงชุดที่ 1 ตัวอักษร J และ Z จำเป็นจะต้องใช้การขยับมือด้วยจึงจะสามารถสื่อออกเป็นตัวอักษรนั้น ๆ ได้ ดังนั้น ทางผู้จัดทำจึงทำการตัดตัวอักษร J และ Z ทิ้งไปด้วยเช่นกัน

ดังนั้นรูปภาพของภาษามือ A-Z ที่นำมาใช้เป็นภาพอ้างอิงจึงมีทั้งหมดเป็นจำนวน 2 ชุด เมื่อแบ่งออกเป็นแต่ละตัวอักษรก็จะมีตัวอักษรละ 2 ภาพ รวมทั้งหมดเป็นจำนวน 48 ภาพด้วยกัน

ในส่วนของการทดลองการทำงานของโปรแกรมจำเป็นจะต้องทำการนำรูปภาพจากแหล่งอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในการทดลองการทำงานของโปรแกรม โดยทางผู้จัดทำได้ทำการถ่ายรูปภาษามือเองเพื่อนำมาใช้ในการทดลองการทำงานของโปรแกรม ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างของรูปภาพที่ทางผู้จัดทำได้ถ่ายไว้เอง

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	A		B
	C		D
	E		F
	G		H

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	I		K
	L		M
	N		O
	P		Q
	R		S
	T		U

รูปภาพ	ตัวอักษร	รูปภาพ	ตัวอักษร
	V		W
	X		Y

จากตารางที่ 4.3 ทางผู้จัดทำได้ทำการถ่ายรูปภาพภาษามือด้วยกล้องดิจิตอล โดยเลือกถ่ายที่ความละเอียด 640 x 480 ด้วยฉากหลังเป็นพื้นสีเดียว เมื่อทำการถ่ายภาพเรียบร้อยแล้วก็นำภาพที่ทำการถ่ายรูปภาพภาษามือมาทำการตัดเอาเฉพาะส่วนตั้งแต่ข้อมือขึ้นไป ดังแสดงตามตารางที่ 4.3 เพื่อนำไปเข้าสู่การวิเคราะห์เพื่อหาผลลัพธ์ต่อไป ตามรูปที่ 3.9

ในการทดลองการใช้งานโปรแกรมทางผู้จัดทำได้ทำการถ่ายรูปภาพภาษามือจริงโดยทำการถ่ายภาพแต่ละตัวอักษรเป็นจำนวนตัวอักษรละ 30 ภาพ ทำการถ่ายจากกล้องดิจิตอลและเลือกถ่ายที่ความละเอียด 640 x 480 แล้วนำภาพทั้งหมดเข้าไปเปรียบเทียบกับรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลจำนวน 48 ภาพ จากตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 แล้วทำการนับจำนวนครั้งที่โปรแกรมทายตัวอักษรได้ถูกต้อง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลของการทดลองการใช้งานโปรแกรม

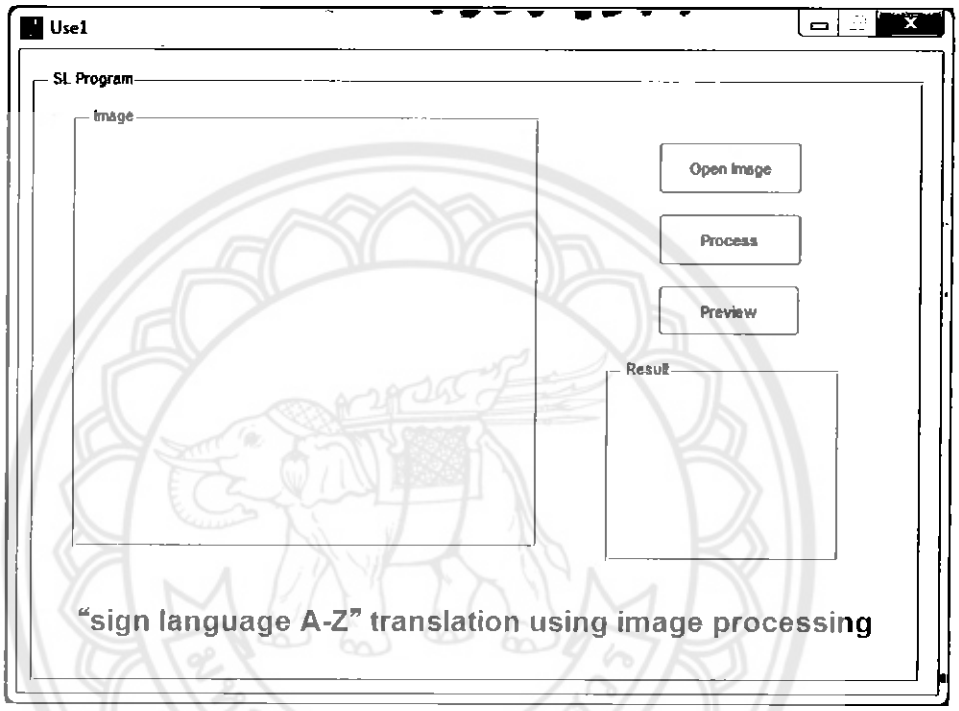
ตัวอักษร	จำนวนภาพที่โปรแกรมทายถูกต้อง	จำนวนภาพที่ถูกต้อง (คิดเป็นร้อยละ)
A	28	93.33
B	26	86.67
C	25	83.33
D	27	90
E	26	86.67
F	25	83.33
G	27	90
H	26	86.67
I	29	96.67
K	28	93.33
L	26	86.67
M	25	83.33
N	26	86.67
O	26	86.67
P	27	90

ตัวอักษร	จำนวนภาพที่โปรแกรมทายถูกต้อง	จำนวนภาพที่ถูกต้อง (คิดเป็นร้อยละ)
Q	26	86.67
R	28	93.33
S	25	83.33
T	26	86.67
U	26	86.67
V	27	90
W	27	90
X	25	83.33
Y	28	93.33
Max	29	96.67
Min	25	83.33
Average	26.46	88.2

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าตัวอักษรบางตัวที่ได้ทำการทดลองแล้วมีความผิดพลาดเกิดขึ้น เนื่องจากบางตัวอักษรนั้น ในการใช้ภาษามือลักษณะของมือที่ทำมีส่วนที่คล้ายคลึงกันมาก หรือแม้แต่ในส่วนของรูปภาพที่นำมาใช้ในการทดลองเอง หากรูปภาพที่นำมาทดลองมีความคมชัดไม่เพียงพอ มีสิ่งรบกวนมากเกินไป หรือรูปแบบมือที่ทำสัญลักษณ์ภาษามือนั้นมีรูปแบบที่ต่างไปจากฐานข้อมูลก็จะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาไม่ถูกต้อง

4.2 ผลการใช้งานโปรแกรม

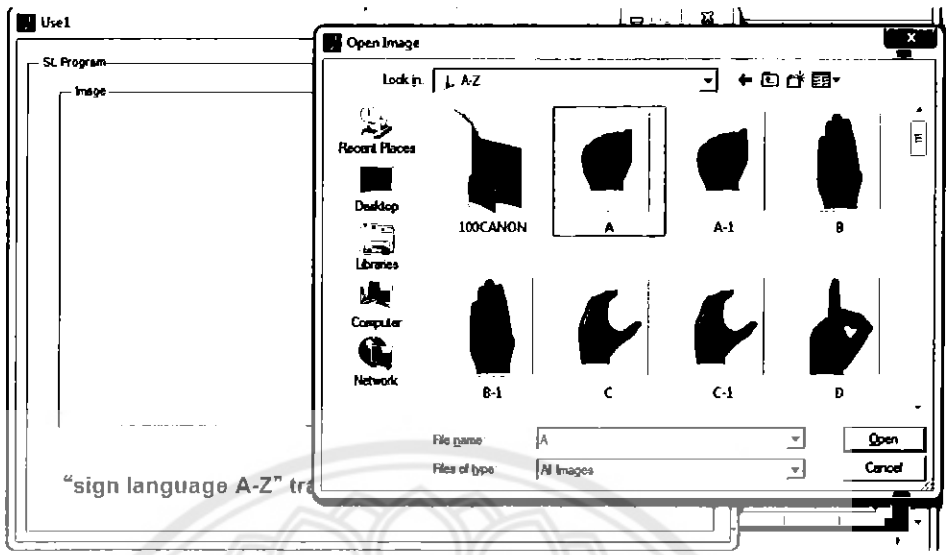
เมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะมีลักษณะตามรูปที่ 4.3 โดยสามารถที่จะรับภาพที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ลักษณะของภาษามือโดยกดที่ปุ่ม Open Image



รูปที่ 4.3 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อเริ่มต้น

จากรูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างการทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มต้น

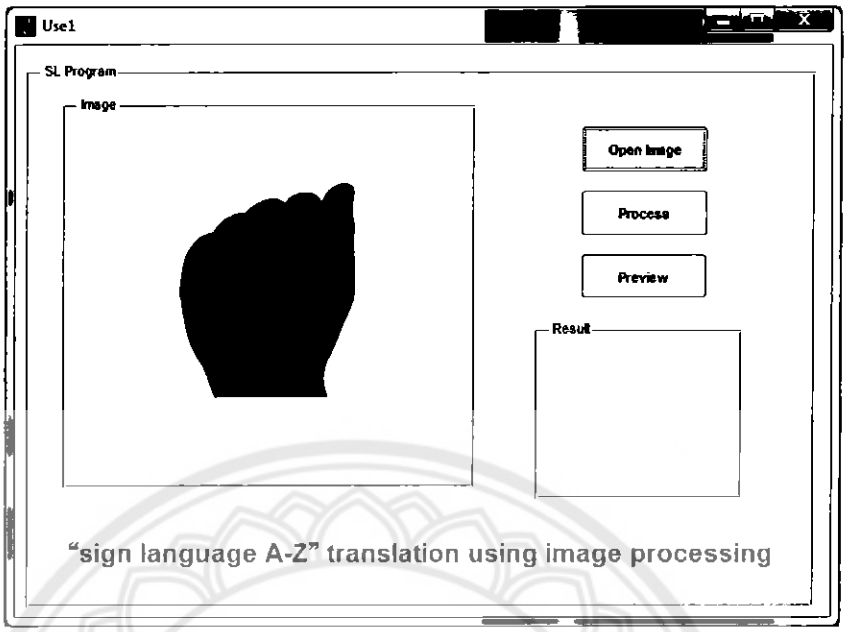
ทำการกดที่ปุ่ม Open Image แล้วจะมีหน้าต่างปรากฏขึ้นมาตามรูปที่ 4.4 หลังจากนั้นทำการเลือกรูปที่ต้องการวิเคราะห์ลักษณะของภาษามือ



รูปที่ 4.4 หน้าจอของโปรแกรมเมื่อทำการกดที่ปุ่ม Open Image

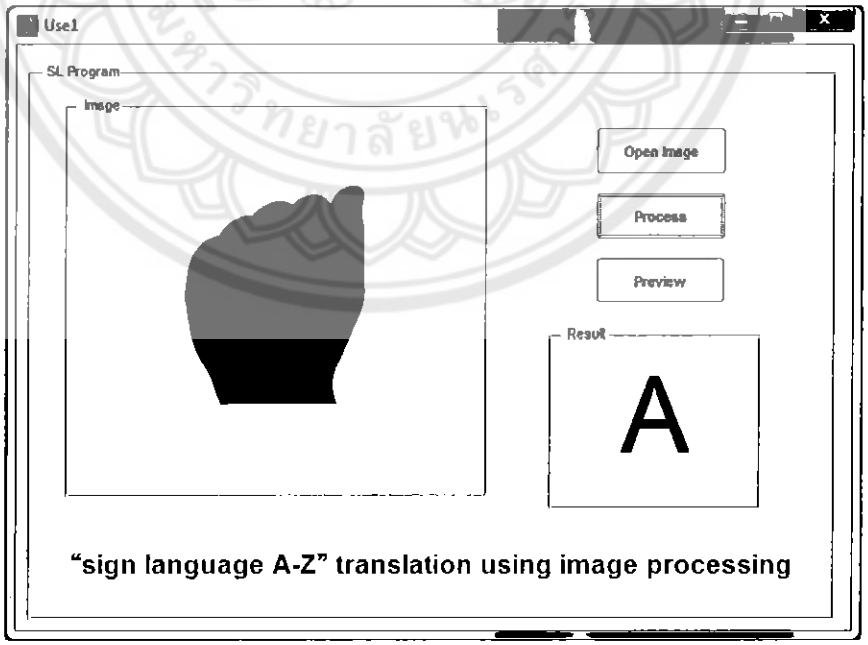
จากรูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอของโปรแกรมเมื่อทำการกดที่ปุ่ม Open Image

เมื่อเลือกรูปที่ต้องการได้แล้ว ก็จะปรากฏดังรูปที่ 4.5 แล้วหลังจากนั้นหากทำการกดที่ปุ่ม Process โปรแกรมก็จะทำการวิเคราะห์และประมวลผลลักษณะของภาษามือในรูปภาพ และเมื่อโปรแกรมทำการวิเคราะห์เรียบร้อยแล้วก็จะได้ผลออกมาเป็นดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 หน้าจอของโปรแกรมทำการแสดงภาพที่ทำการรับเข้ามา

จากรูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอของโปรแกรมทำการแสดงภาพภาษามืออักษรตัว A ที่ทำการรับเข้ามา



รูปที่ 4.6 หน้าจอของโปรแกรมทำการแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของภาษามือ

จากรูปที่ 4.6 หน้าจอของโปรแกรมทำการแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะภาพของภาษามือ อักษรตัว A

โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ลักษณะของภาษามือในรูปภาพนั้น ๆ ออกมาว่าเป็นตัวอักษรใดในช่อง Result ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และตัวโปรแกรมสามารถที่จะดูข้อมูลของลักษณะภาษามือในรูปภาพที่ถูกต้องของตัวอักษร A-Z ได้ด้วย โดยการกดที่ปุ่ม Preview ดังแสดงในรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงข้อมูลรูปภาพของภาษามือที่ถูกต้อง จาก A-Z

จากรูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอแสดงข้อมูลรูปภาพของภาษามือที่ถูกต้องของตัวอักษร A

บทที่ 5
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปในการดำเนินงาน

โครงงานนี้ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ลักษณะภาพของมือในรูปภาพภาษามือ A-Z สำหรับใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบว่าลักษณะของมือในรูปภาพภาษามือนั้นว่าเป็นตัวอักษรอะไร โดยผ่านโปรแกรม MATLAB ซึ่งมีวิธีการที่ใช้ทำงานอยู่ 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนของฐานข้อมูลที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับรูปภาพภาษามือที่รับเข้ามาเพื่อตรวจสอบ และส่วนรับรูปภาพที่เข้ามาเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ แล้วยังได้ทำส่วนแสดงรูปภาพภาษามือที่ถูกต้องอีกด้วย

จากการศึกษาและทำงานของโปรแกรมพบว่าไม่สามารถทำงานในส่วนของตัวอักษร J และ Z ได้เนื่องจากภาษามือของตัวอักษรตัวอักษร J และ Z มีการเคลื่อนไหวของมือซึ่งตัวโปรแกรมนั้นสามารถประมวลผลได้เฉพาะภาพภาษามือที่เป็นภาพนิ่ง ถ่ายตรง และไม่มีส่วนประกอบอื่นในภาพนอกเหนือจากมือและพื้นหลังเท่านั้นซึ่งจากการทำงานโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ภาษามือได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 88.2 ซึ่งมากกว่าเป้าหมายที่คาดการณ์ไว้คือร้อยละ 80

จากการทำงานของโปรแกรมพบว่าภาพที่วิเคราะห์แล้วมีความผิดพลาดมากกว่าภาพอื่นๆ นั้นจะเป็นภาพที่มีลักษณะของมือใกล้เคียงกันทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมามีความผิดพลาด ส่วนภาพที่วิเคราะห์ออกมาแล้วถูกต้องมากกว่า จะเป็นภาพที่ค่อนข้างมีลักษณะที่แตกต่างจากภาพตัวอักษรอื่นๆ แสดงให้เห็นว่าภาพภาษามือที่มีความใกล้เคียงกันมากนั้นจะทำให้มีความผิดพลาดได้ค่อนข้างมากกว่าภาพที่มีลักษณะภาพภาษามือที่ต่างจากตัวอักษรตัวอื่นๆ

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินงาน

1. การวิเคราะห์รูปภาพภาษามือที่มีสิ่งรบกวนมาก ไม่ว่าจะเป็นแสงของแฟลชจากกล้องถ่ายรูปหรือแม้แต่เงาที่ติดมาในภาพถ่าย โปรแกรมอาจจะมองว่าเป็นลักษณะของมือในรูปภาษามือได้ ทำให้การวิเคราะห์ผลนั้นมีข้อผิดพลาด

2. ภาพถ่ายภาษามือที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนั้นมีจำนวนจำกัด ซึ่งหาได้จากแหล่งที่มาทางอินเทอร์เน็ต ดังนั้นเมื่อนำภาพถ่ายภาษามือจากแหล่งอื่น ๆ มาแล้วหากรูปภาพนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปอาจจะทำให้ตัวโปรแกรมไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้

3. เนื่องจากผู้พัฒนาโปรแกรมไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการใช้ภาษามือ A-Z ดังนั้นในส่วนของการทดลองบางส่วนที่นำภาพภาษามือมาใช้ในการทดลองอาจจะยังมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเกิดจากภาพภาษามือที่ถ่ายแล้วลักษณะของมือแตกต่างกันออกไป

4. ในการทำงานของตัวโปรแกรมยังไม่สามารถที่จะแจ้งแก่ผู้ใช้ได้ว่า รูปภาพที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นไม่ใช่รูปภาพภาษามือ เนื่องจากในการทดลองไม่ว่านำรูปภาพอะไรเข้าไป ตัวโปรแกรมก็ยังทำการวิเคราะห์และทายตัวอักษรออกมา

5.3 ข้อเสนอแนะโครงการ

1. ผู้ที่มีความสนใจโครงการนี้สามารถที่จะนำโครงการไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมได้ โดยอาจเพิ่มเติมในส่วนของฐานข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบให้มีความสามารถที่จะเปรียบเทียบรูปภาพภาษามือได้ครอบคลุมมากขึ้นซึ่งจะทำให้โอกาสการเปรียบเทียบมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. แหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากผู้เชียวชาญทางด้านภาษามือหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลเพิ่มเติมในการวิเคราะห์ลักษณะของมือในรูปภาพภาษามือนั้นให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

3. ในส่วนของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการทดลองนั้น หากสามารถที่จะนำข้อมูลที่ถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการทดลองได้นั้น ข้อมูลที่ได้จะมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4. ในส่วนของการทำงานของโปรแกรมนั้นหากต้องการจะให้ตัวโปรแกรมทำการรับเฉพาะรูปภาพที่เป็นรูปภาพภาษามือเข้าไปทำการวิเคราะห์เท่านั้น จะต้องทำการเพิ่มเติมในส่วนของอัลกอริทึมเข้าไปเพื่อทำการเจาะจงและแยกแยะก่อนว่า รูปภาพที่นำมาเข้านั้นเป็นรูปภาพภาษามือหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

[1] การประมวลผลภาพ. Retrieved July 10, 2010, from http://th.wikipedia.org/wiki/การประมวลผลภาพ

[2] การหาขอบภาพ (Edge detection). Retrieved July 17, 2010, from http://www.irecog.com/modules/AMS/article.php?storyid=23

[3] การขยายขนาด (Dilation). Retrieved July 24, 2010, from http://cpe.kmutt.ac.th/previousproject/2005/2/ch2.htm

[4] กระบวนการสร้างภาพขาวดำจากภาพระดับเทา (Thresholding). Retrieved August 15, 2010, from http://www.tsmc.org/ME_NETT/ME_NETT20/article/pdf/amm/AMM045.pdf

[5] วิธีการของโอตสึ (Otsu's Thresholding method). Retrieved August 15, 2010, from http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL_COPIES/MORSE/threshold.pdf

[6] การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition). Retrieved August 20, 2010, from http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2551/enco0451ws_ch3.pdf

[7] Alan C. Bovik. (2009). **The Essential Guide to Image Processing.** (Second Edition). London: Elsevier, Inc.

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายวุฒิกร เสือดำรณ

ภูมิลำเนา 20/1 ม.13 ต.เทพนคร อ.เมือง จ.กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: nealtone_au@hotmail.com

ชื่อ นายวราวุฒิ อภัยพงศ์

ภูมิลำเนา 91 ม.12 ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหล่มสักวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: first_ps@hotmail.com